



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 2003123415 A

(43) Date of publication of application: 25.04.03

(51) Int. Cl.

G11B 21/10
G11B 21/08

(21) Application number: 2001318501

(22) Date of filing: 16.10.01

(71) Applicant: MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(72) Inventor: SHIGEMATSU NORIO

(54) ECCENTRICITY CONTROLLING METHOD FOR
MAGNETIC DISK, RECORDING MEDIUM HAVING
THE METHOD RECORDED THEREON AND
MAGNETIC DISK DEVICE USING THE METHOD

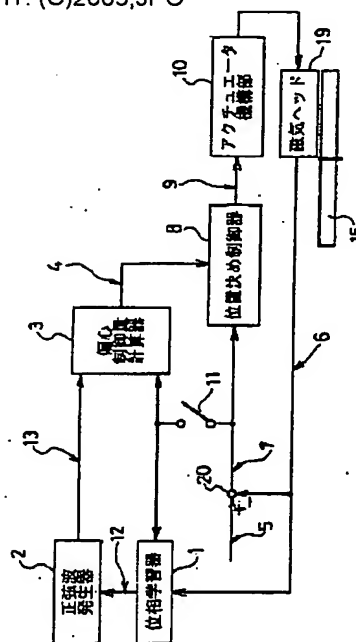
frequency of the disk are fed forward as the amount of
eccentricity control to compensate for the eccentricity.

COPYRIGHT: (C)2003,JPO

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an eccentricity controlling method of a magnetic disk installed on a magnetic disk device in which the amount of control of a magnetic head is computed at a high speed, deterioration in the control performance caused by control delay due to a long computing time is suppressed and stable control performance is realized even though fluctuation in positional errors with respect to a target position of the head is large during the seek and settling of the head.

SOLUTION: During a starting process of the magnetic disk device, a learning is conducted for the phase relationship of the number of servo information beforehand recorded in a magnetic disk 15 and eccentricity of the magnetic disk. During the positioning of the magnetic head, signals that are obtained by multiplying a weight coefficient to either sine waves or cosine waves whose amount of phase deviation is corrected in accordance with the rotational



THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-123415

(P2003-123415A)

(43) 公開日 平成15年4月25日 (2003. 4. 25)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テマコード* (参考)

G 1 1 B 21/10
21/08

G 1 1 B 21/10
21/08

L 5 D 0 8 8
J 5 D 0 9 6

審査請求 未請求 請求項の数30 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2001-318501 (P2001-318501)

(22) 出願日 平成13年10月16日 (2001. 10. 16)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 重松 則夫

香川県高松市古新町8番地の1 松下電
子工業株式会社内

(74) 代理人 100062926

弁理士 東島 隆治

Fターム (参考) 5D088 CC08 CC10

5D096 AA01 BB01 CC01 EED3 FF02

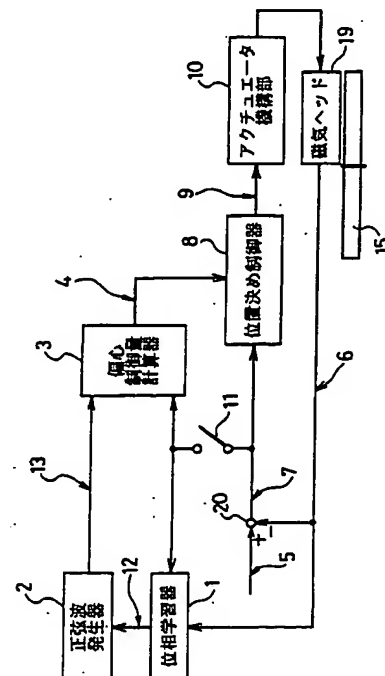
FF06 GG07 HH01 HH18 KK01

(54) 【発明の名称】 磁気ディスクの偏心制御方法及び偏心制御方法を記録した記録媒体並びに偏心制御方法を用いた磁気ディスク装置

(57) 【要約】

【課題】 磁気ディスク装置の磁気ディスクの偏心制御方法において、高速で磁気ヘッドの制御量を計算し、長い計算時間による制御遅れにより制御性能が悪化するのを抑えるとともに、磁気ヘッドのシーク時及びセトリング時などの、磁気ヘッドの目的位置に対する位置誤差の変動が大きい場合においても、安定した制御性能を実現する。

【解決手段】 磁気ディスク装置の立ち上げ時に、磁気ディスク15にあらかじめ記録してあるサーボ情報の番号と磁気ディスクの偏心との位相関係を学習し、磁気ヘッドの位置決め時に、磁気ディスクの回転周波数に応じて位相ずれ量を補正した正弦波あるいは余弦波のいずれかに重み係数を乗算した信号を、偏心制御量としてフィードフォワードして偏心を補償する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 磁気ディスク上の一連のトラック番号を有する複数の各トラックに沿って設けられた、一連のサーボ情報番号を有するサーボ情報を前記磁気ヘッドで読み取って、このサーボ情報に従って回転する磁気ディスクに対し情報の記録や再生を行なう磁気ヘッドを、目標位置に位置決めする磁気ヘッド位置決め方法において、前記磁気ヘッドが読み取る前記サーボ情報番号の変化と磁気ディスクの偏心量の変化との位相関係を表す位相ずれ量を学習する位相学習ステップ、
前記の位相ずれ量に基づいて、磁気ヘッドの位置決め誤差信号を検出するステップ、
磁気ディスクの回転周波数に同期した正弦波、あるいは前記正弦波に対して 90 度の位相差を有する余弦波の信号を発生するステップ、
前記正弦波又は余弦波の信号と磁気ヘッドの前記位置決め誤差信号とから重み係数を求めるステップ、
正弦波あるいは余弦波の信号に前記重み係数を乗算して偏心制御量を表す偏心補償信号を求めるステップ、及び
前記偏心補償信号を用いて磁気ヘッドを制御し磁気ディスクの偏心を補償するステップを有する磁気ディスクの偏心制御方法。

【請求項 2】 前記位相学習ステップは、磁気ヘッドの位置に対して変動するトラック番号が最大あるいは最小になる位置のサーボ情報番号を磁気ディスクの回転周期ごとに所定回数計測し、計測したサーボ情報番号の平均値を計算することにより、前記サーボ情報番号の変化と磁気ディスクの偏心量の変化との位相関係を学習することを特徴とする請求項 1 記載の磁気ディスクの偏心制御方法。

【請求項 3】 前記位相学習ステップは、目標トラックに対する磁気ヘッドの位置誤差が最大あるいは最小になる位置のサーボ情報番号を磁気ディスクの回転周期ごとに所定回数計測し、計測したサーボ情報番号の平均値を計算することにより、前記サーボ情報番号の変化と磁気ディスクの偏心量の変化との位相関係を学習することを特徴とする請求項 1 記載の磁気ディスクの偏心制御方法。

【請求項 4】 前記位相学習ステップは、目標トラックに追従する磁気ヘッドの移動速度が最大あるいは最小となる位置のサーボ情報番号を磁気ディスクの回転周期ごとに所定回数計測し、計測したサーボ情報番号の平均値を計算することにより、前記サーボ情報の番号の変化と磁気ディスクの偏心量の変化との位相関係を学習することを特徴とする請求項 1 記載の磁気ディスクの偏心制御方法。

【請求項 5】 前記位相学習ステップは、目標トラックに対する磁気ヘッドの位置誤差の変動範囲の midpoint に対応する位置のサーボ情報番号を磁気ディスクの回転周期ごとに所定回数計測し、計測したサーボ情報番号の平均値

を計算することにより、前記サーボ情報番号の変化と磁気ディスクの偏心量の変化との位相関係を学習することを特徴とする請求項 1 記載の磁気ディスクの偏心制御方法。

【請求項 6】 前記位相学習ステップは、目標トラックに追従する磁気ヘッドの移動速度の変動範囲の midpoint に対応する位置のサーボ情報の番号を磁気ディスクの回転周期ごとに所定回数計測し、計測したサーボ情報の番号の平均値を計算することにより、磁気ディスク上にある前記サーボ情報の番号の変化と磁気ディスクの偏心量の変化との位相関係を学習することを特徴とする請求項 1 記載の磁気ディスクの偏心制御方法。

【請求項 7】 前記位相学習ステップは、目標トラックに対する磁気ヘッドの位置誤差の変動の最大値、最小値及び変動範囲の midpoint をとる位置のサーボ情報番号のうちの 2 つあるいは 3 つを計測し、計測したそれぞれのサーボ情報番号の差をとり、その差が所定の値範囲内にあるとき、前記サーボ情報番号の変化と磁気ディスクの偏心量の変化との位相関係を学習することを特徴とする請求項 1 記載の磁気ディスクの偏心制御方法。

【請求項 8】 前記位相学習ステップは、目標トラックに追従する磁気ヘッドの移動速度の変動の最大値、最小値、及び変動範囲の midpoint をとる位置のサーボ情報番号のうちの 2 つあるいは 3 つを計測し、計測したそれぞれのサーボ情報番号の差をとり、その差が所定の範囲内にある時、前記サーボ情報番号の変化と磁気ディスクの偏心量の変化との位相関係を学習することを特徴とする請求項 1 記載の磁気ディスクの偏心制御方法。

【請求項 9】 磁気ヘッドを駆動するボイスコイルモータの逆起電圧から磁気ヘッドの移動速度を算出するステップを有し、

前記位相学習ステップでは、磁気ディスク上にある前記サーボ情報番号の変化と磁気ディスクの偏心量の変化との位相ずれ量を学習し、磁気ヘッドの位置決め時に磁気ディスクの回転周波数に応じて正弦波あるいは余弦波のいずれか一方を用いて学習した前記位相ずれ量を補正し、偏心補償ステップにおいて、正弦波あるいは余弦波の信号に重み係数を乗算した信号を、偏心補償信号としてフィードフォワードし、サーボ情報とサーボ情報の間の所定の場所において、前記算出したヘッドの移動速度を用いて磁気ディスクの偏心を補償することを特徴とする請求項 1 記載の磁気ディスクの偏心制御方法。

【請求項 10】 前記位相学習ステップでは、磁気ディスク上にある前記サーボ情報番号と磁気ディスクの偏心との位相関係を学習しておき、磁気ヘッドの位置決め時に磁気ディスクの回転周波数に応じた正弦波あるいは余弦波のいずれか一方を用いて学習した位相ずれ量を補正し、正弦波あるいは余弦波の信号に重み係数を乗算した信号を、偏心補償信号としてフィードフォワードすることにより磁気ディスクの偏心を補償し、シーク及びセト

リング時には重み係数の計算及びサーボ情報番号と偏心の位相関係の再計算を中止し、一定の重み係数と位相ずれ補正値を用いて偏心を補償することを特徴とする請求項 1 記載の磁気ディスクの偏心制御方法。

【請求項 1 1】 回転する磁気ディスクに対し情報の記録や再生を行なう磁気ヘッドを、磁気ディスク上の一連のトラック番号を有する複数の各トラックに沿って設けられた、一連のサーボ情報番号を有するサーボ情報を前記磁気ヘッドで読み取って、目標位置に位置決めする磁気ヘッド位置決め方法において、
前記磁気ヘッドが読み取る前記サーボ情報番号の変化と磁気ディスクの偏心量の変化との位相関係を表す位相ずれ量を学習する位相学習ステップ、
前記の位相ずれ量に基づいて、磁気ヘッドの位置決め誤差信号を検出するステップ、
磁気ディスクの回転周波数に同期した正弦波、あるいは前記正弦波に対して 90 度の位相差を有する余弦波の信号を発生するステップ、
前記正弦波又は余弦波の信号と磁気ヘッドの前記位置決め誤差信号とから重み係数を求めるステップ、
正弦波あるいは余弦波の信号に前記重み係数を乗算して偏心制御量を表す偏心補償信号を求めるステップ、及び
前記偏心補償信号を用いて磁気ヘッドを制御し磁気ディスクの偏心を補償するステップを有する磁気ディスクの偏心制御方法のプログラムを記録した記録媒体。

【請求項 1 2】 前記位相学習ステップは、磁気ヘッドの位置に対して変動するトラック番号が最大あるいは最小になる位置のサーボ情報番号を磁気ディスクの回転周期ごとに所定回数計測し、計測したサーボ情報番号の平均値を計算することにより、前記サーボ情報番号の変化と磁気ディスクの偏心量の変化との位相関係を学習するプログラムを記録した請求項 1 1 記載の記録媒体。

【請求項 1 3】 前記位相学習ステップは、目標トラックに対する磁気ヘッドの位置誤差が最大あるいは最小になる位置のサーボ情報番号を磁気ディスクの回転周期ごとに所定回数計測し、計測したサーボ情報番号の平均値を計算することにより、前記サーボ情報番号の変化と磁気ディスクの偏心量の変化との位相関係を学習するプログラムを記録した請求項 1 1 記載の記録媒体。

【請求項 1 4】 前記位相学習ステップは、目標トラックを追従する磁気ヘッドの移動速度が最大あるいは最小となる位置のサーボ情報番号を磁気ディスクの回転周期ごとに所定回数計測し、計測したサーボ情報番号の平均値を計算することにより、前記サーボ情報の番号の変化と磁気ディスクの偏心量の変化との位相関係を学習するプログラムを記録した請求項 1 1 記載の記録媒体。

【請求項 1 5】 前記位相学習ステップは、目標トラックに対する磁気ヘッドの位置誤差の変動範囲の中心に対応する位置のサーボ情報番号を磁気ディスクの回転周期ごとに所定回数計測し、計測したサーボ情報番号の平均

値を計算することにより、前記サーボ情報番号の変化と磁気ディスクの偏心量の変化との位相関係を学習するプログラムを記録した請求項 1 1 記載の記録媒体。

【請求項 1 6】 前記位相学習ステップは、目標トラックに追従する磁気ヘッドの移動速度の変動範囲の中心に対応する位置のサーボ情報の番号を磁気ディスクの回転周期ごとに所定回数計測し、計測したサーボ情報の番号の平均値を計算することにより、磁気ディスク上にある前記サーボ情報の番号の変化と磁気ディスクの偏心量の変化との位相関係を学習するプログラムを記録した請求項 1 1 記載の記録媒体。

【請求項 1 7】 前記位相学習ステップは、目標トラックに対する磁気ヘッドの位置誤差の変動の最大値、最小値及び変動範囲の中心をとる位置のサーボ情報番号のうちの 2 つあるいは 3 つを計測し、計測したそれぞれのサーボ情報番号の差をとり、その差が所定の値範囲内にあるとき、前記サーボ情報番号の変化と磁気ディスクの偏心量の変化との位相関係を学習するプログラムを記録した請求項 1 1 記載の記録媒体。

【請求項 1 8】 前記位相学習ステップは、目標トラックに追従する磁気ヘッドの移動速度の変動の最大値、最小値、及び変動範囲の中心をとる位置のサーボ情報番号のうちの 2 つあるいは 3 つを計測し、計測したそれぞれのサーボ情報番号の差をとり、その差が所定の範囲内にある時、前記サーボ情報番号の変化と磁気ディスクの偏心量の変化との位相関係を学習するプログラムを記録した請求項 1 1 記載の記録媒体。

【請求項 1 9】 磁気ヘッドを駆動するボイスコイルモータの逆起電圧から磁気ヘッドの移動速度を算出するステップを有し、

前記位相学習ステップでは、磁気ディスク上にある前記サーボ情報番号の変化と磁気ディスクの偏心量の変化との位相ずれ量を学習し、磁気ヘッドの位置決め時に磁気ディスクの回転周波数に応じて正弦波あるいは余弦波のいずれか一方を用いて学習した前記位相ずれ量を補正し、偏心補償ステップにおいて、正弦波あるいは余弦波の信号に重み係数を乗算した信号を、偏心補償信号としてフィードフォワードし、サーボ情報とサーボ情報の間の所定の場所において、前記算出したヘッドの移動速度を用いて磁気ディスクの偏心を補償するプログラムを記録した請求項 1 1 記載の記録媒体。

【請求項 2 0】 前記位相学習ステップでは、磁気ディスク上にある前記サーボ情報番号と磁気ディスクの偏心との位相関係を学習しておき、磁気ヘッドの位置決め時に磁気ディスクの回転周波数に応じた正弦波あるいは余弦波のいずれか一方を用いて学習した位相ずれ量を補正し、正弦波あるいは余弦波の信号に重み係数を乗算した信号を、偏心補償信号としてフィードフォワードすることにより磁気ディスクの偏心を補償し、シーク及びセトリック時には重み係数の計算及びサーボ情報番号と偏心

の位相関係の再計算を中止し、一定の重み係数と位相ずれ補正値を用いて偏心を補償するプログラムを記録した請求項 11 記載の記録媒体。

【請求項 21】 回転する磁気ディスクに対し情報の記録や再生を行なう磁気ヘッドを、磁気ディスク上の一連のトラック番号を有する複数の各トラックに沿って設けられた、一連のサーボ情報番号を有するサーボ情報を前記磁気ヘッドで読み取って、目標位置に位置決めする磁気ヘッド位置決め装置において、
磁気ヘッドが読み取る前記サーボ情報番号の変化と磁気ディスクの偏心量の変化との位相関係である位相ずれ量を学習する位相学習器、
前記の位相ずれ量に基づいて、磁気ヘッドの位置決め誤差信号を検出する誤差検出器、
磁気ディスクの回転周波数に同期した正弦波、あるいは前記正弦波に対して 90 度の位相差を有する余弦波の信号を発生する正弦波発生器、
前記正弦波又は余弦波の信号と磁気ヘッドの位置決め誤差信号とから重み係数を決定し偏心制御量を出力する偏心制御量計算器、及び前記偏心制御量に基づいて偏心補償信号を生成して磁気ヘッドに出力する位置決め制御器、
を有する磁気ディスク装置。

【請求項 22】 前記位相学習器は、磁気ヘッドの位置に対して変動するトラック番号が最大あるいは最小になる位置のサーボ情報番号を磁気ディスクの回転周期ごとに所定回数計測し、計測したサーボ情報番号の平均値を計算することにより、前記サーボ情報番号の変化と磁気ディスクの偏心量の変化との位相関係を学習する請求項 21 記載の磁気ディスク装置。

【請求項 23】 前記位相学習器は、目標トラックに対する磁気ヘッドの位置誤差が最大あるいは最小になる位置のサーボ情報番号を磁気ディスクの回転周期ごとに所定回数計測し、計測したサーボ情報番号の平均値を計算することにより、前記サーボ情報番号の変化と磁気ディスクの偏心量の変化との位相関係を学習する請求項 21 記載の磁気ディスク装置。

【請求項 24】 前記位相学習器は、目標トラックに追従する磁気ヘッドの移動速度が最大あるいは最小となる位置のサーボ情報番号を磁気ディスクの回転周期ごとに所定回数計測し、そのサーボ情報番号の平均値を計算することにより、磁気ディスク上にある前記サーボ情報番号の変化と磁気ディスクの偏心量の変化との位相関係を学習する請求項 21 記載の磁気ディスク装置。

【請求項 25】 前記位相学習器は、目標トラックに対する磁気ヘッドの位置誤差の変動範囲の中心に対応する位置のサーボ情報番号を磁気ディスクの回転周期ごとに所定回数計測し、そのサーボ情報の番号の平均値を計算することにより、前記サーボ情報番号の変化と磁気ディスクの偏心量の変化との位相関係を学習する請求項 21

記載の磁気ディスク装置。

【請求項 26】 前記位相学習器は、目標トラックに追従する磁気ヘッドの移動速度の変動範囲の中心に対応する位置のサーボ情報番号を磁気ディスクの回転周期ごとに所定回数計測し、そのサーボ情報番号の平均値を計算することにより、前記サーボ情報番号の変化と磁気ディスクの偏心量の変化との位相関係を学習する請求項 21 記載の磁気ディスク装置。

【請求項 27】 前記位相学習器は、目標トラックに対する磁気ヘッドの位置誤差の変動の最大値、最小値及び変動範囲の中心に対応する位置のサーボ情報番号のうちの 2 つあるいは 3 つを計測し、計測したそれぞれのサーボ情報番号の差をとり、その差が所定の範囲内にあるとき、磁気ディスク上にある前記サーボ情報番号の変化と磁気ディスクの偏心量の変化との位相関係を学習する請求項 21 記載の磁気ディスク装置。

【請求項 28】 前記位相学習器は、目標トラックに追従する磁気ヘッドの速度の変動の最大値、最小値及び変動範囲の中心に対応する位置のサーボ情報番号のうちの 2 つあるいは 3 つを計測し、計測したそれぞれのサーボ情報番号の差をとり、その差が所定の範囲内にあるとき、磁気ディスク上にある前記サーボ情報番号の変化と磁気ディスクの偏心量の変化との位相関係を学習する請求項 21 記載の磁気ディスク装置。

【請求項 29】 前記位相学習器は、磁気ディスク上にある前記サーボ情報番号と磁気ディスクの偏心との位相ずれ量を学習し、磁気ヘッドの位置決め時に、磁気ディスクの回転周波数に応じた正弦波あるいは余弦波のいずれか一方を用いて前記学習した位相ずれ量を補正し、正弦波あるいは余弦波信号に重み係数を乗算した信号を、偏心補償信号としてフィードフォワードし、サーボ情報とサーボ情報の間の規定の場所において、前記ヘッド速度算出部により算出した磁気ヘッドの速度を用いて偏心を補償する請求項 21 記載の磁気ディスク装置。

【請求項 30】 磁気ディスク装置の立ち上げ時に、磁気ディスク上にある前記サーボ情報番号の変化と磁気ディスクの偏心との位相関係を学習しておき、磁気ヘッドの位置決め時に磁気ディスクの回転周波数に応じた正弦波あるいは余弦波のいずれか一方を用いて前記学習した位相ずれ量を補正し、偏心制御量演算器は正弦波あるいは余弦波信号に重み係数を乗算した信号を、偏心補償信号としてフィードフォワードすることにより偏心を補償し、シーク及びセトリング時には重み係数の計算及びサーボ情報番号と偏心の位相関係の再計算を中止して、一定の重み係数と位相ずれ量補正値で偏心を補償する請求項 21 記載の磁気ディスク装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、偏心した磁気ディスクの目標トラックに磁気ヘッドを追従させる機能を有

する磁気ディスク装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】磁気ディスク装置において、偏心した磁気ディスクの目標トラックに磁気ヘッドで記録再生を行うためには、偏心により回転中心からの距離が絶えず変化する目標トラックに磁気ヘッドを追従させる磁気ヘッド制御装置が必要である。従来の磁気ヘッド制御装置の一般的な偏心制御装置は、正弦波及び余弦波発生器、デジタルフーリエ変換器及び乗算器を備えている。正弦波及び余弦波発生器は磁気ディスク装置のモータの回転周波数に応じた正弦波及び余弦波の信号を出力する。デジタルフーリエ変換器で、磁気ヘッドの目標位置からの位置誤差を前記正弦波及び余弦波信号に基づいてデジタルフーリエ変換する。デジタルフーリエ変換した位置誤差に正弦波及び余弦波ベクトルのそれぞれの重み係数を乗算し、両者の和をとった値の信号を偏心補正信号として磁気ヘッドの制御に用いて磁気ディスクの偏心を補償し、磁気ヘッドを目標トラックに追従させる。前記のデジタルフーリエ変換結果を磁気ディスクの一回転毎に繰り返し乗算しかつ和をとる（以下、積和演算という）ことで、1回目の補償により小さくなった位置誤差を2回目のデジタルフーリエ変換結果に積和演算していく。2回目の補償により偏心量が更に小さくなったのと同様の状態となり位置誤差が更に減少する。このように、デジタルフーリエ変換結果の積和演算をしていくことで、理論的には偏心による位置誤差を限りなく小さくすることができる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】前記の磁気ヘッド偏心制御装置では、磁気ヘッドを追従させる目標トラックの位置（以下、目標位置という）からの位置誤差を表す信号を正弦波及び余弦波信号に基づいてデジタルフーリエ変換し、正弦波及び余弦波ベクトルのそれぞれに重み係数を乗算し、両者の和をとった値を偏心補正信号として出力する。このため、積和演算処理が多くなり計算に時間がかかる。計算に時間がかかることによる制御遅れは制御性能に直接悪影響を与える。今後の更なるトラック密度の増加に伴ってデジタルフーリエ変換におけるサンプリング周波数が高くなり、それに対処するためには制御装置における計算の高速化が求められている。また、磁気ヘッドのシーク時及びセトリング時には、磁気ヘッドの位置誤差の変動が大きく、偏心補正信号が正しく計算されない場合が生じ、制御性能の悪化が起こる場合もある。

【0004】

【課題を解決するための手段】本発明の磁気ヘッドの偏心制御方法は、回転する磁気ディスクに対し情報の記録や再生を行なう磁気ヘッドを、磁気ディスク上の一連のトラック番号を有する複数の各トラックに沿って設けられた、一連のサーボ情報番号を有するサーボ情報を前記

磁気ヘッドで読み取って、目標位置に位置決めする磁気ヘッド位置決め方法において、前記磁気ヘッドが読み取る前記サーボ情報番号の変化と磁気ディスクの偏心量の変化との位相関係を表す位相ずれ量を学習する位相学習ステップ、前記の位相ずれ量に基づいて、磁気ヘッドの位置決め誤差信号を検出するステップ、磁気ディスクの回転周波数に同期した正弦波、あるいは前記正弦波に対して90度の位相差を有する余弦波の信号を発生するステップ、前記正弦波又は余弦波の信号と磁気ヘッドの前記位置決め誤差信号とから重み係数を求めるステップ、正弦波あるいは余弦波の信号に前記重み係数を乗算して偏心制御量を表す偏心補償信号を求めるステップ、及び前記偏心補償信号を用いて磁気ヘッドを制御し磁気ディスクの偏心を補償するステップを有する。

【0005】本発明の方法によれば、磁気ヘッドの偏心制御量を高速で計算できるので、計算に要する時間が短縮される。従って計算に要する時間に起因する制御遅れが軽減され、制御性能を向上させることができる。前記位相学習ステップは、磁気ヘッドの位置に対して変動するトラック番号が最大あるいは最小になる位置のサーボ情報番号を磁気ディスクの回転周期ごとに所定回数計測し、計測したサーボ情報番号の平均値を計算することにより、前記サーボ情報番号の変化と磁気ディスクの偏心量の変化との位相関係を学習することを特徴とする。前記位相学習ステップは、目標トラックに対する磁気ヘッドの位置誤差が最大あるいは最小になる位置のサーボ情報番号を磁気ディスクの回転周期ごとに所定回数計測し、計測したサーボ情報番号の平均値を計算することにより、前記サーボ情報番号の変化と磁気ディスクの偏心量の変化との位相関係を学習することを特徴とする。

【0006】前記位相学習ステップは、目標トラックを追従する磁気ヘッドの移動速度が最大あるいは最小となる位置のサーボ情報番号を磁気ディスクの回転周期ごとに所定回数計測し、計測したサーボ情報番号の平均値を計算することにより、前記サーボ情報の番号の変化と磁気ディスクの偏心量の変化との位相関係を学習することを特徴とする。前記位相学習ステップは、目標トラックに対する磁気ヘッドの位置誤差の変動範囲の midpoint に対応する位置のサーボ情報番号を磁気ディスクの回転周期ごとに所定回数計測し、計測したサーボ情報番号の平均値を計算することにより、前記サーボ情報番号の変化と磁気ディスクの偏心量の変化との位相関係を学習することを特徴とする。

【0007】前記位相学習ステップは、目標トラックを追従する磁気ヘッドの移動速度の変動範囲の midpoint に対応する位置のサーボ情報の番号を磁気ディスクの回転周期ごとに所定回数計測し、計測したサーボ情報の番号の平均値を計算することにより、磁気ディスク上にある前記サーボ情報の番号の変化と磁気ディスクの偏心量の変化との位相関係を学習することを特徴とする。前記位相学

習ステップは、目標トラックに対する磁気ヘッドの位置誤差の変動の最大値、最小値及び変動範囲の midpoint をとる位置のサーボ情報番号のうちの2つあるいは3つを計測し、計測したそれぞれのサーボ情報番号の差をとり、その差が所定の値範囲内にあるとき、前記サーボ情報番号の変化と磁気ディスクの偏心量の変化との位相関係を学習することを特徴とする。

【0008】前記位相学習ステップは、目標トラックを追従する磁気ヘッドの移動速度の変動の最大値、最小値、及び変動範囲の midpoint をとる位置のサーボ情報番号のうちの2つあるいは3つを計測し、計測したそれぞれのサーボ情報番号の差をとり、その差が所定の範囲内にある時、前記サーボ情報番号の変化と磁気ディスクの偏心量の変化との位相関係を学習することを特徴とする。磁気ヘッドを駆動するボイスコイルモータの逆起電圧から磁気ヘッドの移動速度を算出するステップを有し、前記位相学習ステップでは、磁気ディスク上にある前記サーボ情報番号の変化と磁気ディスクの偏心量の変化との位相ずれ量を学習し、磁気ヘッドの位置決め時に磁気ディスクの回転周波数に応じて正弦波あるいは余弦波のいずれか一方を用いて学習した前記位相ずれ量を補正し、偏心補償ステップにおいて、正弦波あるいは余弦波の信号に重み係数を乗算した信号を、偏心補償信号としてフィードフォワードし、サーボ情報とサーボ情報の間の所定の場所において、前記算出したヘッドの移動速度を用いて磁気ディスクの偏心を補償することを特徴とする。

【0009】前記位相学習ステップでは、磁気ディスク上にある前記サーボ情報番号と磁気ディスクの偏心との位相関係を学習しておき、磁気ヘッドの位置決め時に磁気ディスクの回転周波数に応じた正弦波あるいは余弦波のいずれか一方を用いて学習した位相ずれ量を補正し、正弦波あるいは余弦波の信号に重み係数を乗算した信号を、偏心補償信号としてフィードフォワードすることにより磁気ディスクの偏心を補償し、シーク及びセトリング時には重み係数の計算及びサーボ情報番号と偏心の位相関係の再計算を中止し、一定の重み係数と位相ずれ補正值を用いて偏心を補償することを特徴とする。

【0010】本発明の磁気ヘッドの偏心制御方法のプログラムを記録した記録媒体は、前記磁気ディスクの偏心制御方法のプログラムを記録している。この記録媒体を磁気ヘッド偏心制御装置に使用することによって優れた制御性能を有する磁気ディスク装置が実現できる。前記位相学習ステップは、磁気ヘッドの位置に対して変動するトラック番号が最大あるいは最小になる位置のサーボ情報番号を磁気ディスクの回転周期ごとに所定回数計測し、計測したサーボ情報番号の平均値を計算することにより、前記サーボ情報番号の変化と磁気ディスクの偏心量の変化との位相関係を学習するプログラムを記録している。

【0011】前記位相学習ステップは、目標トラックに

に対する磁気ヘッドの位置誤差が最大あるいは最小になる位置のサーボ情報番号を磁気ディスクの回転周期ごとに所定回数計測し、計測したサーボ情報番号の平均値を計算することにより、前記サーボ情報番号の変化と磁気ディスクの偏心量の変化との位相関係を学習するプログラムを記録している。前記位相学習ステップは、目標トラックに追従する磁気ヘッドの移動速度が最大あるいは最小となる位置のサーボ情報番号を磁気ディスクの回転周期ごとに所定回数計測し、計測したサーボ情報番号の平均値を計算することにより、前記サーボ情報の番号の変化と磁気ディスクの偏心量の変化との位相関係を学習するプログラムを記録している。

【0012】前記位相学習ステップは、目標トラックに対する磁気ヘッドの位置誤差の変動範囲の midpoint に対応する位置のサーボ情報番号を磁気ディスクの回転周期ごとに所定回数計測し、計測したサーボ情報番号の平均値を計算することにより、前記サーボ情報番号の変化と磁気ディスクの偏心量の変化との位相関係を学習するプログラムを記録している。前記位相学習ステップは、目標トラックに追従する磁気ヘッドの移動速度の変動範囲の midpoint に対応する位置のサーボ情報の番号を磁気ディスクの回転周期ごとに所定回数計測し、計測したサーボ情報の番号の平均値を計算することにより、磁気ディスク上にある前記サーボ情報の番号の変化と磁気ディスクの偏心量の変化との位相関係を学習するプログラムを記録している。

【0013】前記位相学習ステップは、目標トラックに対する磁気ヘッドの位置誤差の変動の最大値、最小値及び変動範囲の midpoint をとる位置のサーボ情報番号のうちの2つあるいは3つを計測し、計測したそれぞれのサーボ情報番号の差をとり、その差が所定の値範囲内にあるとき、前記サーボ情報番号の変化と磁気ディスクの偏心量の変化との位相関係を学習するプログラムを記録している。前記位相学習ステップは、目標トラックに追従する磁気ヘッドの移動速度の変動の最大値、最小値、及び変動範囲の midpoint をとる位置のサーボ情報番号のうちの2つあるいは3つを計測し、計測したそれぞれのサーボ情報番号の差をとり、その差が所定の範囲内にある時、前記サーボ情報番号の変化と磁気ディスクの偏心量の変化との位相関係を学習するプログラムを記録している。

【0014】磁気ヘッドを駆動するボイスコイルモータの逆起電圧から磁気ヘッドの移動速度を算出するステップを有し、前記位相学習ステップでは、磁気ディスク上にある前記サーボ情報番号の変化と磁気ディスクの偏心量の変化との位相ずれ量を学習し、磁気ヘッドの位置決め時に磁気ディスクの回転周波数に応じて正弦波あるいは余弦波のいずれか一方を用いて学習した前記位相ずれ量を補正し、偏心補償ステップにおいて、正弦波あるいは余弦波の信号に重み係数を乗算した信号を、偏心補償信号としてフィードフォワードし、サーボ情報とサーボ

情報の間の所定の場所において、前記算出したヘッドの移動速度を用いて磁気ディスクの偏心を補償するプログラムを記録している。前記位相学習ステップでは、磁気ディスク上にある前記サーボ情報番号と磁気ディスクの偏心との位相関係を学習しておき、磁気ヘッドの位置決め時に磁気ディスクの回転周波数に応じた正弦波あるいは余弦波のいずれか一方を用いて学習した位相ずれ量を補正し、正弦波あるいは余弦波の信号に重み係数を乗算した信号を、偏心補償信号としてフィードフォワードすることにより磁気ディスクの偏心を補償し、シーク及びセトリグ時には重み係数の計算及びサーボ情報番号と偏心の位相関係の再計算を中止し、一定の重み係数と位相ずれ補正值を用いて偏心を補償するプログラムを記録している。

【0015】本発明の磁気ディスク装置は、回転する磁気ディスクに対し情報の記録や再生を行なう磁気ヘッドを、磁気ディスク上の一連のトラック番号を有する複数の各トラックに沿って設けられた、一連のサーボ情報番号を有するサーボ情報を前記磁気ヘッドで読み取って、目標位置に位置決めする磁気ヘッド位置決め装置において、磁気ヘッドが読み取る前記サーボ情報番号の変化と磁気ディスクの偏心量の変化との位相関係である位相ずれ量を学習する位相学習器と、前記の位相ずれ量に基づいて、磁気ヘッドの位置決め誤差信号を検出する誤差検出器、磁気ディスクの回転周波数に同期した正弦波、あるいは前記正弦波に対して90度の位相差を有する余弦波の信号を発生する正弦波発生器、前記正弦波又は余弦波の信号と磁気ヘッドの位置決め誤差信号とから重み係数を決定し偏心制御量を出力する偏心制御量計算器、及び前記偏心制御量に基づいて偏心補償信号を生成して磁気ヘッドに出力する位置決め制御器を有する。

【0016】前記位相学習器は、磁気ヘッドの位置に対して変動するトラック番号が最大あるいは最小になる位置のサーボ情報番号を磁気ディスクの回転周期ごとに所定回数計測し、計測したサーボ情報番号の平均値を計算することにより、前記サーボ情報番号の変化と磁気ディスクの偏心量の変化との位相関係を学習する。前記位相学習器は、目標トラックに対する磁気ヘッドの位置誤差が最大あるいは最小になる位置のサーボ情報番号を磁気ディスクの回転周期ごとに所定回数計測し、計測したサーボ情報番号の平均値を計算することにより、前記サーボ情報番号の変化と磁気ディスクの偏心量の変化との位相関係を学習する。前記位相学習器は、目標トラックに追従する磁気ヘッドの移動速度が最大あるいは最小となる位置のサーボ情報番号を磁気ディスクの回転周期ごとに所定回数計測し、そのサーボ情報番号の平均値を計算することにより、磁気ディスク上にある前記サーボ情報番号の変化と磁気ディスクの偏心量の変化との位相関係を学習する。

【0017】前記位相学習器は、目標トラックに対する

磁気ヘッドの位置誤差の変動範囲の中心に対応する位置のサーボ情報番号を磁気ディスクの回転周期ごとに所定回数計測し、そのサーボ情報の番号の平均値を計算することにより、前記サーボ情報番号の変化と磁気ディスクの偏心量の変化との位相関係を学習する。前記位相学習器は、目標トラックに追従する磁気ヘッドの移動速度の変動範囲の中心に対応する位置のサーボ情報番号を磁気ディスクの回転周期ごとに所定回数計測し、そのサーボ情報番号の平均値を計算することにより、前記サーボ情報番号の変化と磁気ディスクの偏心量の変化との位相関係を学習する。前記位相学習器は、目標トラックに対する磁気ヘッドの位置誤差の変動の最大値、最小値及び変動範囲の中心に対応する位置のサーボ情報番号のうちの2つあるいは3つを計測し、計測したそれぞれのサーボ情報番号の差をとり、その差が所定の範囲内にあるとき、磁気ディスク上にある前記サーボ情報番号の変化と磁気ディスクの偏心量の変化との位相関係を学習する。

【0018】前記位相学習器は、目標トラックに追従する磁気ヘッドの速度の変動の最大値、最小値及び変動範囲の中心に対応する位置のサーボ情報番号のうちの2つあるいは3つを計測し、計測したそれぞれのサーボ情報番号の差をとり、その差が所定の範囲内にあるとき、磁気ディスク上にある前記サーボ情報番号の変化と磁気ディスクの偏心量の変化との位相関係を学習する。前記位相学習器は、磁気ディスク上にある前記サーボ情報番号と磁気ディスクの偏心との位相ずれ量を学習し、磁気ヘッドの位置決め時に、磁気ディスクの回転周波数に応じた正弦波あるいは余弦波のいずれか一方を用いて前記学習した位相ずれ量を補正し、正弦波あるいは余弦波信号に重み係数を乗算した信号を、偏心補償信号としてフィードフォワードし、サーボ情報とサーボ情報の間の規定の場所において、前記ヘッド速度算出部により算出した磁気ヘッドの速度を用いて偏心を補償する。

【0019】磁気ディスク装置の立ち上げ時に、磁気ディスク上にある前記サーボ情報番号の変化と磁気ディスクの偏心との位相関係を学習しておき、磁気ヘッドの位置決め時に磁気ディスクの回転周波数に応じた正弦波あるいは余弦波のいずれか一方を用いて前記学習した位相ずれ量を補正し、偏心制御量演算器は正弦波あるいは余弦波信号に重み係数を乗算した信号を、偏心補償信号としてフィードフォワードすることにより偏心を補償し、シーク及びセトリグ時には重み係数の計算及びサーボ情報番号と偏心の位相関係の再計算を中止して、一定の重み係数と位相ずれ量補正值で偏心を補償する。

【0020】

【発明の実施の形態】本発明の好適な実施例を図1から図10を参照して説明する。

《第1実施例》本発明の第1実施例を図1から図3を参照して説明する。図1は、本発明の磁気ディスク装置のブロック図である。図2の(a)は、横軸が磁気ディス

クの回転角(度)、縦軸が磁気ヘッドの位置を表すグラフであり、同(b)は横軸が磁気ディスクの回転角

(度)、縦軸がサーボ情報番号を表すグラフである。図3の(a)は円心円のトラックT0~Tnとサーボ情報領域S0~SNを有する磁気ディスク15の平面図であり、同(b)はトラックT0、T1、T2・・・とサーボ情報領域S0~SNを示す磁気ディスク15の部分拡大図である。以後の説明では、トラックT0~Tnをトラック番号T0~Tnと記したり、サーボ情報領域S0~SNをサーボ情報番号S0~SNと記したりして、同じ符号を両方の意味に用いる。磁気ヘッドが、偏心して回転する磁気ディスク上の所定位置にあるとき、磁気ヘッドの下を複数のトラックが横切る。図2の(a)の「磁気ヘッドの位置」は、磁気ヘッドを横切るトラックのトラック番号T0、T1・・・によって表されている。

【0021】図1において、磁気ヘッド19の磁気ディスク15上の位置を示すヘッド位置信号6は位相学習器1に印加されるとともに、減算器20にも印加される。減算器20において、前記のヘッド位置信号6は、ヘッド19を位置決めしたい位置を表す目標位置信号5から減算され、位置誤差信号7が出力される。位置誤差信号7は磁気ディスク装置の起動時に閉となる学習スイッチ11と位置決め制御器8に印加される。学習スイッチ11の出力は位相学習器1と偏心制御量計算器3に印加される。位置決め制御器8の出力の磁気ヘッド制御量信号9はアクチュエータ機構部10に印加される。

【0022】位相学習器1の出力の位相ずれ量データ12は正弦波発生器2に印加される。正弦波発生器2の出力の偏心同期正弦波信号13は偏心制御量計算器3に印加される。偏心制御量計算器3の出力の偏心制御量信号4は位置決め制御器8に印加される。図3の(a)において、トラック番号T0、T1、T2、T3、・・・Tnは、磁気ディスク15の多数の同心円のトラックにそれぞれ付与された番号である。トラック番号T0は、最外周のトラックの番号であり、内周に向かって、トラック番号T1、T2、T3・・・Tnのように自然数の数字を付加して表されている。図2の(a)に示すように、磁気ディスクが偏心していると、磁気ディスク15上の一定の位置にある磁気ヘッド19がトレースするトラックのトラック番号は一定の範囲TaからTbの間で正弦波6Aで変動する。トラック番号TaからTbの間には最大数10トラックが存在する。正弦波6Aの1周期は磁気ディスクの1回転の時間に等しい。

【0023】図3の(a)において、磁気ディスク15の各トラックT0~Tnには、(N+1)個のサーボ情報*

$$\Phi = (\text{ヘッド位置を示すトラック番号が最大になるときのサーボ情報番号}) - (3 \times N \div 4) \quad \dots (1)$$

【0026】Nは最大のサーボ情報番号である。位相ずれ量Φを表す位相ずれ量信号12が位相学習器1から出

*情報領域S0からSNが設けられており、そこにサーボ情報があらかじめ記録されている。Nは例えば数100である。各トラックT0~Tnのサーボ情報領域S0~SNは磁気ディスクのラジアル方向でほぼ隣接しているので、サーボ情報領域S0~SNは、図3の(a)に示すように湾曲した帯状領域になる。同心円の各トラックに設けられたサーボ情報領域S0~SNのサーボ情報に自然数0からNの番号を付与し、サーボ情報番号S0~SNとする。図3の(b)は、トラックT0~T3とサーボ情報領域S0、S1、S2の関係を拡大して示している。セクターデータ領域16はユーザがデータ記録に使用できる部分である。回転する磁気ディスク15上の所定位置にある磁気ヘッド19が検出するサーボ情報番号S0~SNは図2の(b)に示すように、磁気ディスク15の1回転毎に0からNまで変化する。磁気ディスク15が連続して回転するとき、サーボ情報番号S0~SNの変化を表す信号は鋸歯状波17になる。図2の(a)の正弦波6Aと、同(b)の鋸歯状波17はヘッド位置信号6に含まれており、両者は同じ周期を有する。正弦波6Aと鋸歯状波17の位相差Φを「位相ずれ量Φ」という。

【0024】図1及び図2を参照して本実施例の装置の動作を説明する。まず磁気ディスク装置の立ち上げ時(起動時)の動作を説明する。起動時には、磁気ヘッド19は磁気ディスク上の所定の位置にある。磁気ヘッド19は、磁気ディスク15上の磁気ヘッド19の位置を、磁気ヘッド19が検出するトラック番号Tに基づいて検出し、ヘッド位置信号6を出力する。磁気ディスク15に偏心が存在する場合、トラック番号TはTaからTbの間で変動し、磁気ディスク15の回転角に対する変化は正弦波6Aになる。ヘッド位置信号6は、減算器20において、目標位置信号5から減算され、減算結果の位置誤差信号7が出力される。位置誤差信号7は位置決め制御器8と学習スイッチ11に印加される。位置誤差信号7は、起動時には閉になっている学習スイッチ11を経て、位相学習器1と偏心制御量計算器3に印加される。位相学習器1において、磁気ディスク15の1回転毎に、トラック番号Tが最大値Tbになるときのサーボ情報番号Saを取り込む。磁気ディスク15を所定回数回転させて、各回転毎に得られるサーボ情報番号Saの平均値を算出する。その結果、磁気ディスク15の偏心によるトラック番号Tの変化の正弦波6Aと、サーボ情報番号Sの変化の鋸歯状波17の位相ずれ量Φが式(1)によって得られる。

【0025】

力され、正弦波発生器2に印加される。正弦波発生器2は、位相ずれ量Φに応じた位相で、偏心同期正弦波信号

13を出力し、偏心制御量計算器3に印加する。偏心制御量計算器3は偏心同期正弦波信号13に式(2)に示すように所定の重み係数Aを乗算して、偏心制御量 u_r *

$$u_r = A \times \sin(2\pi f \times (k - \Phi) \div N) \quad \dots (2)$$

【0028】偏心制御量 u_r を表す偏心制御量信号4は位置決め制御器8に印加される。また、偏心制御量計算機3は、目標位置信号5とヘッド位置信号6の差である位置誤差信号7と、偏心同期正弦波信号13を各サーボ※

$$I = \Sigma \{ E_r \times \sin(2\pi f \times (k - \Phi) \div N) \} \quad \dots (3)$$

【0030】積和演算値Iに所定の定数のゲインGを乗算し、磁気ディスク15の1回転毎に式(4)に示すように重み係数Aを更新する。

$$A = A - G \times I \quad \dots (4)$$

【0032】前記位置決め制御器8は、前記位置誤差信号7から、本実施例では説明を省略した、磁気ヘッド19を所望のトラックに追従させる通常のフィードバック制御を行なうときの制御量を算出し、前記偏心制御量信号4に加算することにより磁気ヘッド制御量信号9を算出する。磁気ヘッド制御量信号9はアクチュエータ機構部10に印加され、磁気ヘッド19の位置決めが行われる。さらに、前記位相学習器1は、磁気ディスク15の所定回転数毎に、前記位置誤差信号7を取り込むとともに、磁気ディスク15の1回転毎にトラック番号Tが最大となるサーボ情報番号14の信号を取り込み、前記位相ずれ量信号12の補正を行なう。

【0033】磁気ヘッド19が目標トラックにアクセスするシーク及びセトリング時においては、学習スイッチ11をオフにして重み係数Aの計算と位相ずれ量信号12の補正を中止し、一定値の重み係数Aと位相ずれ量 Φ を用いて偏心制御量 u_r を算出する。これにより磁気ヘッドの偏心制御量を高速で計算でき、この計算値に基づいて磁気ヘッド19の位置制御を高速で行うことができる。従って長い計算時間による制御遅れにより制御性能が悪化するのを防ぐことができ、高速高精度の制御ができる。本実施例によれば、磁気ディスク装置の起動時には磁気ヘッド19の制御を行わない状態で、磁気ヘッドの位置を測定することにより、磁気ディスク15の1回★

$$\Phi = (\text{位置誤差の最小値を示すサーボ情報番号}) - (3 \times N \div 4)$$

【0036】Nは最大のサーボ情報番号である。磁気ヘッド19の位置決めを行なうとき、正弦波発生器2は、前記位相ずれ量 Φ に応じた位相で偏心同期正弦波信号13を生成し、偏心制御量計算器3に印加する。偏心制御量計算器3では、前記偏心同期正弦波信号13に重み係数Aを乗算する式(2)の計算をして偏心制御量 u_r を求め、偏心制御量 u_r を表す偏心制御量信号4を出力する。偏心制御量信号4は位置決め制御器8に印加される。偏心制御量計算器3は、目標位置信号5とヘッド位置信号6の差である位置誤差信号7と、偏心同期正弦波信号13を各サーボ情報番号毎に式(3)に示すように

*を算出する。

【0027】

※情報番号毎に式(3)に示すように積和演算し、積和演算値Iを求める。

【0029】

10★転毎に最大値を示すサーボ情報番号が正確に得られる。

また、シーク及びセトリング時には重み計数の計算及びサーボ情報番号と偏心の位相関係の再計算を中止し、一定の重み計数と位相ずれ補正でもって偏心を補償することにより、磁気ヘッドのシーク時及びセトリング時などの、磁気ヘッドの目的位置からの位置誤差の変動が大きい場合においても、安定した制御性能が得られる。

【0034】《第2実施例》本発明の第2実施例を図1、図4を参照しながら説明する。図4は、本発明の第2実施例の磁気ディスク装置において、磁気ディスク15上における磁気ヘッド19の位置誤差の変化とサーボ情報番号の変化の関係を示す図である。本実施例では、目標トラックと、磁気ヘッド19との位置誤差Eをトラック番号Tに基づいて求める。磁気ディスク15が偏心しているとき、位置誤差Eは正弦波状に変化する。図4の(a)の縦軸は磁気ヘッドの位置誤差を示し、横軸は磁気ディスク15の回転角を示す。図4の(b)の縦軸はサーボ情報番号を示し、横軸は同回転角を示す。磁気ディスク装置の立ち上げ時において、通常のフィードバック制御を行なっている状態で、位相学習器1は位置誤差信号7を受け、磁気ディスク15の1回転毎に最小の位置誤差E1を示すサーボ情報番号Sbの信号を取り込む。磁気ディスク15を複数回回転させて、それぞれの回転時のサーボ情報番号を測定した後、それらの平均値のサーボ情報番号を算出する。次に、磁気ディスク15の偏心とサーボ情報番号の変化との位相ずれ量 Φ を式(5)により算出する。

【0035】

... (5)

積和演算し、積和演算値Iを求める。

【0037】磁気ディスク15の1回転毎に積和演算値IにゲインGを乗算し、式(4)に示すように重み係数Aを更新する。位置決め制御器8は、位置誤差信号7から通常のフィードバック制御量を算出し、前記偏心制御量に加算して磁気ヘッド制御量信号9を求め、アクチュエータ機構部10に印加して磁気ヘッド19の位置決めを行なう。位相学習器1は、磁気ディスク15の所定数の回転毎に、位置誤差信号7を測定する。磁気ディスク15の1回転毎に位置誤差の最小値を示すサーボ情報番号を取り込み、前記位相ずれ量信号12の補正を行な

う。これにより磁気ヘッド19の偏心制御量を高速で計算し、その計算値に基づいて磁気ヘッド19の位置制御をすることができる。従って長い計算時間による制御遅れにより制御性能が悪化するのを防ぐことができ、高速かつ高精度の制御ができる。

【0038】本実施例によれば、通常のフィードバック制御を行った状態で、位置誤差を観測し、磁気ディスク15の1回転毎に最小値を示すサーボ情報番号を取り込むことにより、より正確な位相ずれ量Φが得られる。通常のフィードバック制御のみを行った場合、ディスクの偏心成分に応じた位置誤差が残るが、その位相にはディスク本来の偏心位相から制御量計算時間遅れに応じた位相ずれが生じる。第2実施例では、制御しつつ偏心を計測することにより、より正確な位相ずれ量Φが得られる。

【0039】《第3実施例》本発明の第3実施例について、図5及び図6を参照しながら説明する。図5は、第3実施例の磁気ディスク装置の磁気ヘッド位置決め制御装置のブロック図である。図6の(a)は、本実施例の磁気ディスク装置における磁気ヘッドの移動速度の磁気ディスクの回転角に対する変化を示し、同(b)は、サーボ情報番号の変化を示す図である。図5において、磁気ヘッド19から出力されるヘッド位置信号6は減算器7において、目標位置信号5から減算され、位置誤差信号7が出力される。位置誤差信号7は学習スイッチ11*

$$\Phi = (\text{サーボ情報番号 } S_c) - (N \div 2) \cdots (6)$$

【0041】磁気ディスク装置が、磁気ヘッド19の位置決めを行なうとき、正弦波発生器2は、前記位相ずれ量Φに応じた位相で偏心同期正弦波信号13を偏心制御量計算器3に印加する。偏心制御量計算器3は、前記偏心同期正弦波信号13に重み係数Aを乗算する式(2)の計算をして、偏心制御量u_rを求めて偏心制御量信号4を出力する。偏心制御量信号4は位置決め制御器8に印加される。また偏心制御量計算器3は、目標位置信号5とヘッド位置信号6の差である位置誤差信号7と、偏心同期正弦波信号13を各サーボ情報番号毎に式(3)に示すように積和演算し、積和演算値Iを求める。さらにスピンドルモータの1回転毎に積和演算値IにゲインGを乗算し、式(4)に示すように重み係数Aを更新する。

【0042】前記位置決め制御器8は、前記位置誤差信号7から通常のフィードバック制御量を算出し、前記偏心制御量信号4との和をとることにより磁気ヘッド制御量信号9を求め、アクチュエータ機構部10に印加して磁気ヘッド19の位置決めを行なう。さらに、前記位相学習器1は、磁気ディスクの所定回転数毎に、前記位置誤差信号7を測定し、1回転毎に磁気ヘッドの移動速度の最大値に対応するサーボ情報番号S_cの信号を取り込み、前記位相ずれ量信号12の補正を行なう。ヘッド速度算出部18は、磁気ヘッドの移動速度に比例してアクチュエータ機構部10のボイスコイルモータに発生

*と位置決め制御器8に印加される。位置決め制御器8の出力はアクチュエータ機構部10に印加され、アクチュエータ機構部10によって磁気ヘッド19が駆動される。磁気ヘッド19の移動速度は、アクチュエータ機構部10の出力に基づいてヘッド速度算出部18で算出される。ヘッド速度算出部18の出力のヘッド速度信号19Aは位相学習器1と偏心制御量計算器3に印加される。学習スイッチ11の出力は位相学習器1と偏心制御量計算器3に印加される。位相学習器1の出力は正弦波発生器2に印加され、正弦波発生器2の出力は偏心制御量計算器3に印加される。位相学習器1の出力は正弦波発生器2に印加され、正弦波発生器2の出力は偏心制御量計算器3に印加されている。磁気ディスク装置の立ち上げ時において、通常のフィードバック制御を行なっている状態で、位相学習器1はヘッド速度信号19Aを入力し、磁気ディスク15の1回転毎に磁気ヘッドの移動速度の最大値に対応する図6の(b)に示すサーボ情報番号S_cを取り込む。所定回転数分のサーボ情報番号S_cを測定した後、サーボ情報番号S_cの平均値を算出する。磁気ヘッド19の移動速度の変化(磁気ディスク15の偏心)とサーボ情報番号の変化との、図6に示す位相ずれ量Φを式(6)により算出する。

【0040】

する逆起電圧に基づいて磁気ヘッドの移動速度を求め、ヘッド速度信号19Aを出力する。ヘッド速度信号19Aは、位相学習器1と偏心制御量計算器3に印加される。サーボ情報の存在しないセクターデータ領域16(図3の(b))において、偏心制御量計算器3は偏心制御量4を算出し、偏心制御量信号4を出力して位置決め制御器8に印加する。位置決め制御器8において、位置誤差信号7と前記偏心制御量信号4との和をとることにより磁気ヘッド制御量を算出し、磁気ヘッド制御量信号9をアクチュエータ機構部10に印加して磁気ヘッドの位置決めを行なう。

【0043】本実施例においては、通常のフィードバック制御を行っている状態で、磁気ヘッド速度の移動を観測し、磁気ディスクの1回転毎に最大値を示すサーボ情報番号を取り込むことにより、より正確な位相ずれ量Φが得られる。また、サーボ情報とサーボ情報の間の規定の場所において、前記ヘッド速度算出部18により算出した磁気ヘッドの移動速度を用いて偏心を補償することにより、正確に磁気ヘッドの偏心制御量が計算でき、制御性能が向上する。

【0044】《第4実施例》本発明の第4実施例について、図1及び図7を参照しながら説明する。図7の

(a)は、第3実施例の磁気ディスク装置における磁気ヘッド19の位置誤差の回転角に対する変化を示し、同(b)はサーボ情報番号S₀～S_Nの変化を示す図であ

る。図 7 の (a) において、磁気ヘッド位置誤差 E1 と E2 の中間位置を「0 レベル」とし、波形 6A が 0 レベルと交差する点をゼロクロス点という。波形 6A の値が増加しつつ 0 レベルと交差する点を「プラス方向へのゼロクロス点」という。図 1 において、磁気ディスク装置の立ち上げ時に通常のフィードバック制御を行なっている状態で、位相学習器 1 はスイッチ 11 を経て印加される位置誤差信号 7 を受けて磁気ヘッドの位置誤差を観測*

$$\Phi = (\text{位置誤差のプラス方向へのゼロクロスを示すサーボ情報番号})$$

【0046】磁気ディスク装置が、磁気ヘッド 19 の位置決めを行なうとき、正弦波発生器 2 は、前記位相ずれ量 Φ に応じた位相で偏心同期正弦波信号 13 を偏心制御量計算器 3 に印加する。偏心制御量計算器 3 は、前記偏心同期正弦波信号 13 に重み係数 A を乗算する式 (2) の計算をして偏心制御量 u_r を求め偏心制御量信号 4 を出力する。偏心制御量信号 4 は、位置決め制御器 8 に印加される。スイッチ 11 を閉じると目標位置信号 5 とヘッド位置信号 6 の差である位置誤差信号 7 が偏心制御量計算器 3 に印加される。偏心制御量計算器 3 は、位置誤差信号 7 と偏心同期正弦波信号 13 を各サーボ情報番号毎に式 (3) に示すように積和演算し、積和演算値 I を算出する。スピンドルモータの 1 回転毎に前記の積和演算値 I にゲイン G を乗算し、式 (4) に示すように重み係数 A を更新する。

【0047】前記位置決め制御器 8 は、前記位置誤差信号 7 から通常のフィードバック制御量を算出し、前記偏心制御量に加算して磁気ヘッド 19 の制御量を算出する。制御量は、磁気ヘッド制御量信号 9 としてアクチュエータ機構部 10 に印加され磁気ヘッドの位置決めを行なう。前記位相学習器 1 は、磁気ディスク 15 の所定の回転数毎に、前記位置誤差 7 を測定し、磁気ディスク 15 の 1 回転毎にトラック番号の最大値に対応するサーボ情報番号を取り込み、前記位相ずれ量信号 12 の補正を※

$$\Phi = (\text{サーボ情報番号 } S_e) - (N \div 4) \dots (8)$$

【0050】本実施例の磁気ディスク装置において、磁気ヘッド 19 の位置決めを行なう場合、正弦波発生器 2 は、前記位相ずれ量信号 12 に応じた位相の偏心同期正弦波信号 13 を生成し、偏心制御量計算器 3 に印加する。偏心制御量計算器 3 は、前記偏心同期正弦波信号 13 に重み係数 A を乗算して、偏心制御量 u_r を式 (2) により算出する。偏心制御量 u_r を表す偏心制御量信号 4 は位置決め制御器 8 に印加される。偏心制御量計算器 3 は、目標位置信号 5 とヘッド位置信号 6 の差であるヘッド位置誤差信号 7 を閉となったスイッチ 11 を経て受けるとともに、偏心同期正弦波信号 13 を受け、各サーボ情報番号 S_e 毎に式 (3) に示す積和演算をして積和演算値 I を算出する。磁気ディスク 15 の 1 回転毎に前記の積和演算値 I に式 (4) のようにゲイン G を乗算し、重み係数 A を更新する。

*する。すなわち磁気ディスク 15 の 1 回転毎に、プラス方向へのゼロクロス点に対応するサーボ情報番号 S_d を取り込む。所定回転数分のサーボ情報番号 S_d を取り込んだ後、取り込んだサーボ情報番号 S_d の平均値を算出する。これにより、磁気ディスク 15 の偏心とサーボ情報番号の変化の位相ずれ量 Φ を式 (7) により算出する。

$$[0045]$$

$$\dots (7)$$

※行なう。本実施例によれば、通常のフィードバック制御を行っている状態で、位置誤差信号を観測し、磁気ディスクの 1 回転毎にプラス方向へのゼロクロス点に対応するサーボ情報番号を計測する。これにより、ゼロクロス点を検出すればサーボ情報番号を 1 回転分計測せずに済み、計算の高速化ができる。

【0048】《第 5 実施例》本発明の第 5 実施例について、図 5 及び図 8 を参照しながら説明する。図 8 の

(a) は、第 5 実施例の磁気ディスク装置における、磁気ヘッド 15 の移動速度の回転角に対する変化を示し、同 (b) はサーボ情報番号の変化を示す図である。磁気ディスク装置の立ち上げ時において、通常のフィードバック制御を行なっている状態で、図 5 の位相学習器 1 は磁気ヘッド 19 の移動速度を示すヘッド速度算出部 18 からヘッド速度信号 19A を受けて磁気ヘッド 19 の移動速度を観測し、図 8 に示すように、磁気ディスク 15 の 1 回転毎に、移動速度の変化のプラス方向へのゼロクロス点に対応するサーボ情報番号 S_e を取り込む。磁気ディスク 15 の所定回数の回転中に得た所定の回転数分のサーボ情報番号 S_e の平均値を算出する。これにより、磁気ヘッドの移動速度の変化と、サーボ情報番号の変化の位相ずれ量 Φ を式 (8) によって計算する。

$$[0049]$$

【0051】位置決め制御器 8 は、位置誤差信号 7 から通常のフィードバック制御の制御量を算出し、前記偏心制御量に加算して磁気ヘッド制御量を算出し、アクチュエータ機構部 10 に印加して磁気ヘッド 19 の位置決めを行なう。さらに、前記位相学習器 1 は、磁気ディスク 15 の所定の回転数毎に、前記位置誤差信号 7 を測定し、磁気ディスク 15 の 1 回転毎にサーボ情報番号 S_e を取り込み、前記位相ずれ量 Φ の補正を行なう。本実施例によれば、通常のフィードバック制御を行っている状態で、磁気ヘッド速度を観測し、磁気ディスクの 1 回転毎にプラス方向へのゼロクロス点に対応するサーボ情報番号を計測する。これにより、ゼロクロス点を検出すればサーボ情報番号を 1 回転分計測せずに済み、計算の高速化ができる。

【0052】《第 6 実施例》本発明の第 6 実施例について

て、図 1 及び図 9 を参照しながら説明する。図 9 は、本実施例の磁気ディスク装置における磁気ヘッドの位置誤差の変化とサーボ情報番号の変化の関係を示す図である。磁気ディスク装置の立ち上げ時において、通常のフィードバック制御を行なっている状態で、図 1 に示す位相学習器 1 は、スイッチ 11 を経て印加される磁気ヘッド 19 の位置誤差を示す位置誤差信号 7 を受けて磁気ヘッド 19 の位置誤差を測定する。磁気ディスク 15 の 1 *

$$\Phi = (\text{サーボ情報番号 } S_f) - (N \div 4) \cdots (9)$$

【0054】本実施例の磁気ディスク装置において、磁気ヘッド 19 の位置決めを行なうとき、正弦波発生器 2 は、前記位相ずれ量 Φ に応じた位相の偏心同期正弦波信号 13 を生成し、偏心制御量計算器 3 に印加する。偏心制御量計算器 3 は、前記偏心同期正弦波信号 13 の値に重み係数 A を乗算する式 (2) の計算をして偏心制御量 u_r を求め偏心制御量信号 4 を出力する。偏心制御量信号 4 は、位置決め制御器 8 に印加される。スイッチ 11 を経て、目標位置信号 5 とヘッド位置信号 6 の差である位置誤差信号 7 が偏心制御量計算器 3 に印加される。偏心制御量計算器 3 は、位置誤差信号 7 と偏心同期正弦波信号 13 を各サーボ情報信号毎に式 (3) に示すように積和演算し積和演算値 I を算出する。磁気ディスク 15 の 1 回転毎に積和演算値 I に所定の定数のゲイン G を乗算し、式 (4) のように重み係数 A を更新する。

【0055】位置決め制御器 8 は、位置誤差信号 7 から通常のフィードバック制御の制御量を求め、制御量信号を前記偏心制御量信号 4 に加算して磁気ヘッド制御量信号 9 を求める。磁気ヘッド制御量信号 9 をアクチュエータ機構部 10 に印加して磁気ヘッド 19 の位置決めを行う。前記位相学習器 1 は、磁気ディスク 15 の所定の回転数毎に、前記位置誤差信号 7 を取り込むとともに、磁気ディスク 15 の 1 回転毎にサーボ情報番号 S_f を取り込み、前記位相ずれ量 Φ の補正を行なう。

【0056】本実施例によれば、通常のフィードバック制御を行っている状態で、磁気ヘッドの位置誤差を観測し、磁気ディスクの 1 回転毎に最大値及び最小値を示す※

$$\Phi = (\text{サーボ情報番号 } S_h) - (N \div 2) \cdots (10)$$

【0059】本実施例の磁気ディスク装置において、磁気ヘッド 19 の位置決めを行なうとき、正弦波発生器 2 は、前記位相ずれ量 Φ に応じた位相の偏心同期正弦波信号 13 を生成し偏心制御量計算器 3 に印加する。偏心制御量計算器 3 は、前記偏心同期正弦波信号 13 の値に重み係数 A を乗算する式 (2) の計算をして、偏心制御量 u_r を求め、偏心制御量信号 4 を出力する。偏心制御量信号 4 は、位置決め制御器 8 に印加される。スイッチ 11 を経て、目標位置信号 5 とヘッド位置信号 6 の差である位置誤差信号 7 が偏心制御量計算器 3 に印加される。偏心制御量計算器 3 は、位置誤差信号 7 と偏心同期正弦波信号 13 を各サーボ情報信号毎に式 (3) に示すように積和演算し、積和演算値 I を算出する。磁気ディスク

* 回転毎に位置誤差の最大値 E 2 及び最小値 E 1 に対応するそれぞれのサーボ情報番号 S_f 及び S_g を取り込む。最大値 E 2 に対応するサーボ情報番号 S_f と最小値 E 1 に対応するサーボ情報番号 S_g の差が所定の範囲内にあるとき、位相学習器 1 は最大値 E 2 のサーボ情報番号 S_f を用いて、磁気ヘッド 19 の位置誤差とサーボ情報番号 S_f の位相ずれ量 Φ を式 (9) により算出する。

【0053】

10 ※サーボ情報番号 7 をそれぞれ取り込む。最大値を示すサーボ情報番号と最小値を示すサーボ情報番号の差が規定の範囲内にあるとき、最大値を示すサーボ情報番号を有効とする。これにより、磁気ディスクを数回転させて得たサーボ情報番号の平均をとるという計算をしなくてよい。そのため計算の高速化ができる。

【0057】《第 7 実施例》本発明の第 7 実施例について、図 5 及び図 10 を参照しながら説明する。図 10 の (a) 及び (b) は、それぞれ本実施例の磁気ディスク装置における磁気ヘッドの移動速度の変化とサーボ情報番号の変化の関係を示す図である。磁気ディスク装置の立ち上げ時に、通常のフィードバック制御を行なっている状態で、図 5 に示す位相学習器 1 はスイッチ 11 を経て印加される磁気ヘッドの移動速度を示すヘッド速度信号 19 A を受けて磁気ヘッド 19 の移動速度の変化を検出する。図 10 の (a) において、磁気ディスク 15 の 1 回転毎に磁気ヘッド 19 の最大移動速度 V 2 及び最小移動速度 V 1 を検出し、最大移動速度 V 2 と最小移動速度 V 1 との平均移動速度 V A を求める。図 10 の (b) に示すように、最大移動速度 V 2 と平均移動速度 V A に対応するそれぞれのサーボ情報番号 S_h 及び S_i を位相学習器 1 に取り込む。サーボ情報番号 S_h と S_i の差が所定の範囲内にあるときは、最大移動速度 V 2 に対応するサーボ情報番号 S_h を用いて、磁気ヘッドの移動速度の変化とサーボ情報番号 S_h の位相ずれ量 Φ を式 (10) により算出する。

【0058】

15 の 1 回転毎に積和演算値 I に所定の定数のゲイン G を乗算し、式 (4) のように重み係数 A を更新する。

40 【0060】位置決め制御器 8 は、位置誤差信号 7 から通常のフィードバック制御の制御量を求め、制御量信号を前記偏心制御量信号 4 に加算して磁気ヘッド制御量信号 9 を求め、アクチュエータ機構部 10 に印加して磁気ヘッド 19 の位置決めを行なう。さらに、位相学習器 1 は、磁気ディスク 15 の所定回転数毎に、位置誤差信号 7 を取り込むとともに、磁気ディスク 15 の 1 回転毎に移動速度の最大値 V 2 に対応するサーボ情報番号 S_h を取り込み、前記位相ずれ量 Φ の補正を行なう。

50 【0061】本実施例によれば、通常のフィードバック制御を行っている状態で、磁気ヘッド移動速度を観測

し、磁気ディスク 1 回転毎に磁気ヘッド移動速度の最大値及びゼロクロス点にそれぞれ対応するサーボ情報番号をそれぞれ取り込む。最大値に対応するサーボ情報番号とゼロクロス点に対応するサーボ情報番号の差が規定の範囲内にあるとき、最大値を示すサーボ情報番号を有効とすることにより、磁気ディスクを数回転計測して平均をとる必要が無く高速に計算ができる。前記の各実施例において、磁気ディスクの偏心制御方法は、コンピュータ・プログラムによって実現できるので、コンピュータによる制御が可能な記録媒体には、本発明の磁気ディスクの偏心制御方法を記録することが可能である。記録媒体とは、例えばフレキシブルディスク、CD-ROM、DVD、光磁気ディスク、リムーバブル・ハードディスク、及びフラッシュメモリを含むデータ記録装置等である。

【0062】

【発明の効果】以上の各実施例で詳細に説明したように、本発明によれば、磁気ディスクの偏心を補償するための制御量が高速で計算できるので、計算速度の不足による制御遅れにより制御性能が悪化するのを防ぐことができる。磁気ヘッドのシーク時及びセトリング時などの、磁気ヘッドの目標位置からの位置誤差が大きい場合においても、安定した制御性能が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 実施例の磁気ディスク装置の磁気ヘッド位置決め制御装置のブロック図

【図 2】(a) は本発明の第 1 実施例の磁気ディスク装置における磁気ヘッドの位置の、磁気ディスクの回転角に対する変化を示す波形図

(b) はサーボ情報番号の同回転角に対する変化を示す波形図

【図 3】(a) は本発明の各実施例に共通に用いる磁気ディスクのサーボ情報の配置を示す平面図

(b) は前記磁気ディスクの部分拡大平面図

【図 4】(a) は本発明の第 2 実施例の磁気ディスク装置における磁気ヘッドの位置誤差の回転角に対する変化を示す波形図

(b) は同サーボ情報番号の回転角に対する変化を示す波形図

【図 5】本発明の第 3 実施例の磁気ディスク装置における磁気ヘッド位置決め制御装置のブロック図

【図 6】(a) は本発明の第 3 実施例の磁気ディスク装

置における磁気ヘッドの移動速度の回転角に対する変化を示す波形図

(b) は同サーボ情報番号の回転角に対する変化を示す波形図

【図 7】(a) は本発明の第 4 実施例の磁気ディスク装置における磁気ヘッド位置誤差の回転角に対する変化を示す波形図

(b) は同サーボ情報番号の回転角に対する変化を示す波形図

10 【図 8】(a) は本発明の第 5 実施例の磁気ディスク装置における磁気ヘッドの移動速度の回転角に対する変化を示す波形図

(b) は同サーボ情報番号の回転角に対する変化を示す波形図

【図 9】(a) は本発明の第 6 実施例の磁気ディスク装置における磁気ヘッドの位置誤差の回転角に対する変化を示す波形図

(b) は同サーボ情報番号の回転角に対する変化を示す波形図

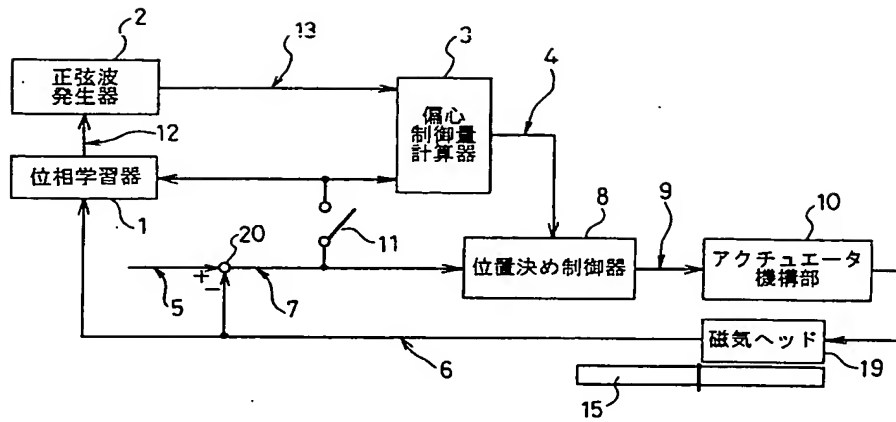
20 【図 10】本発明の第 7 実施例の磁気ディスク装置におけるヘッド移動速度の回転角に対する変化を示す波形図

(b) は同サーボ情報番号の回転角に対する変化を示す波形図

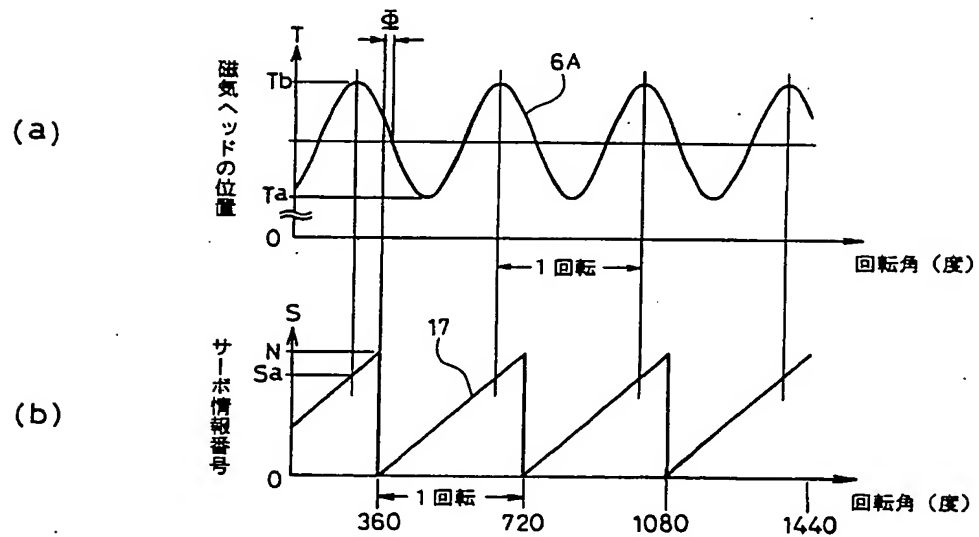
【符号の説明】

- | | |
|-----|------------|
| 1 | 位相学習器 |
| 2 | 正弦波発生器 |
| 3 | 偏心制御量計算器 |
| 4 | 偏心制御量信号 |
| 5 | 目標位置信号 |
| 6 | ヘッド位置信号 |
| 7 | 位置誤差信号 |
| 8 | 位置決め制御器 |
| 9 | 磁気ヘッド制御量信号 |
| 10 | アクチュエータ機構部 |
| 11 | 学習スイッチ |
| 12 | 位相ずれ量信号 |
| 13 | 偏心同期正弦波信号 |
| 15 | 磁気ディスク |
| 16 | セクターデータ |
| 17 | 鋸歯状波 |
| 18 | ヘッド速度算出部 |
| 19A | ヘッド速度信号 |

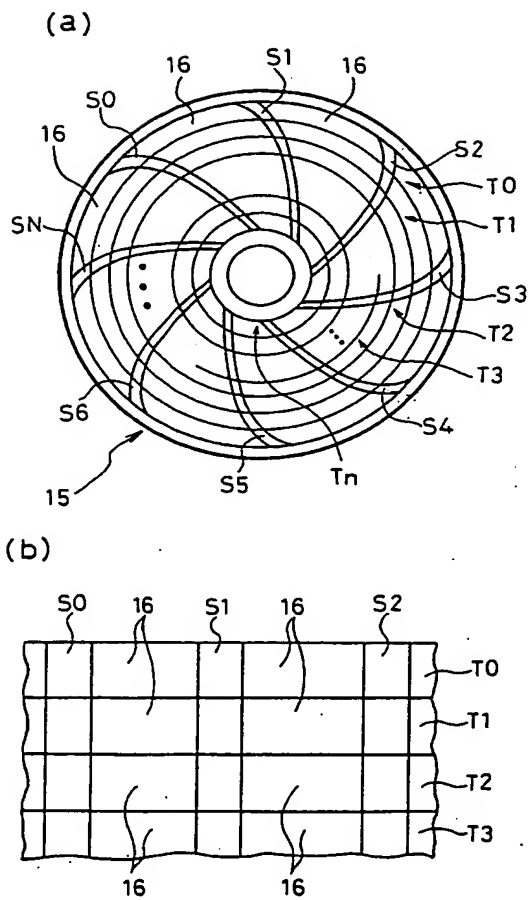
【図1】



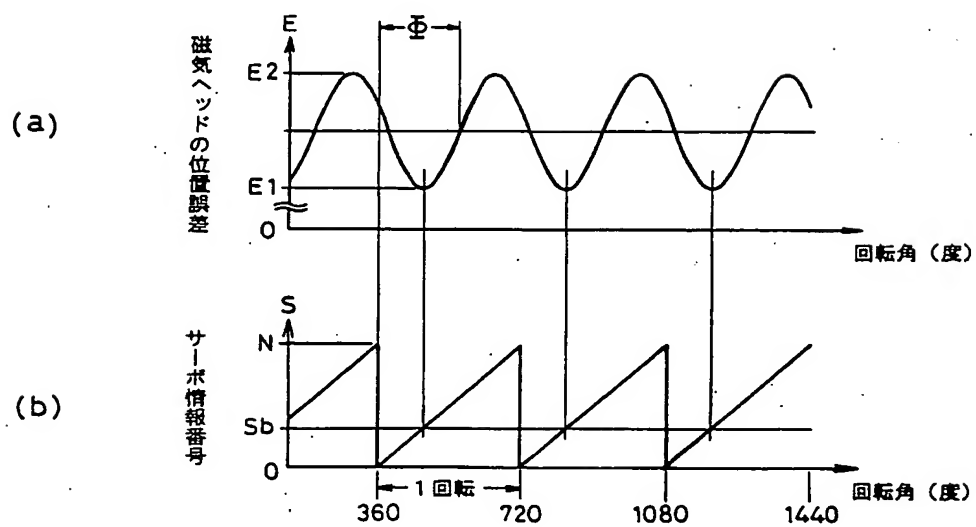
【図2】



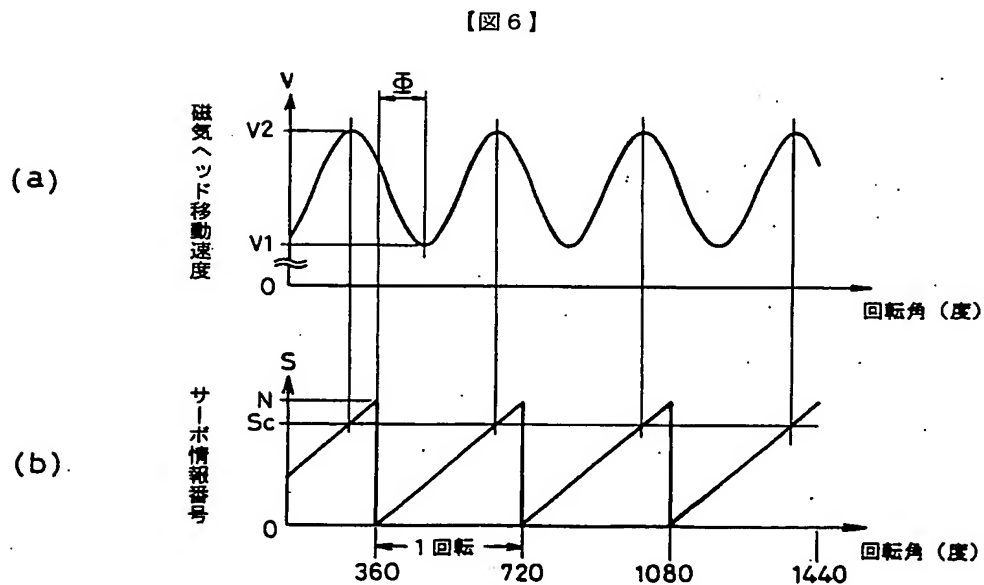
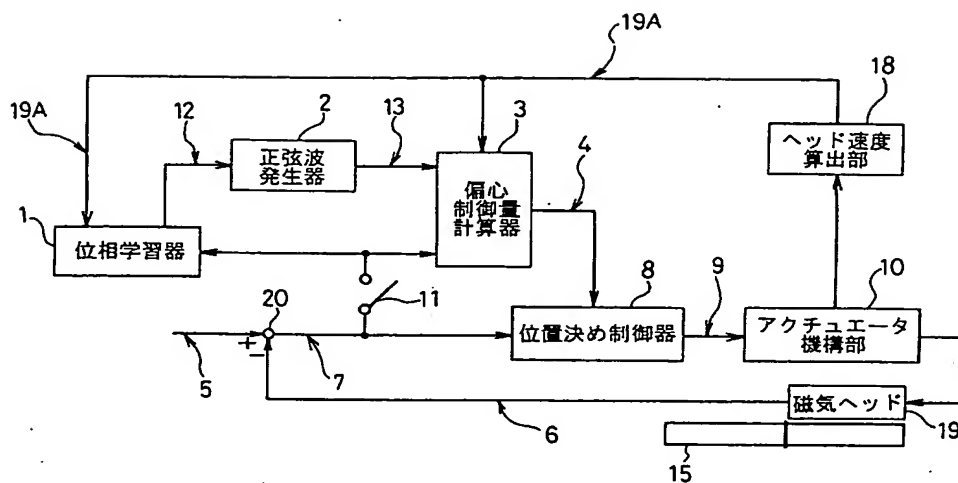
【図3】



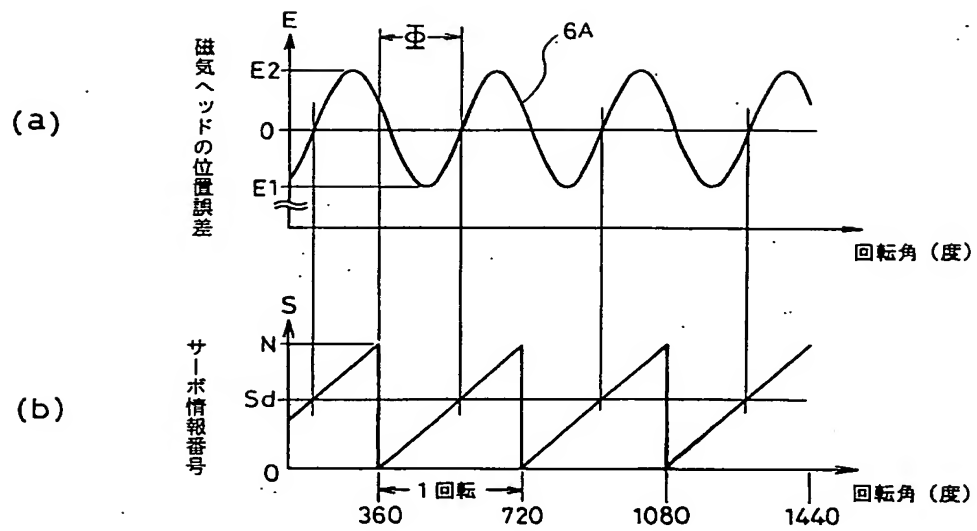
【図4】



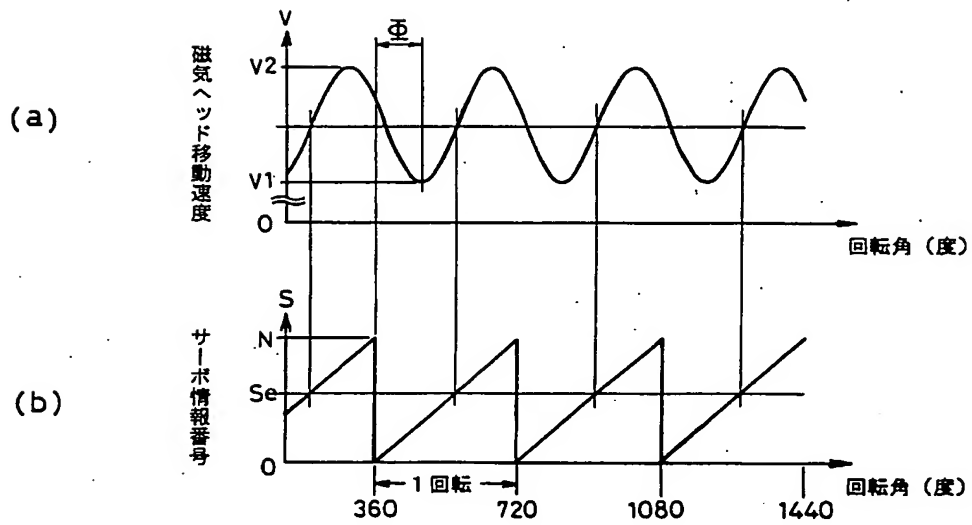
【図 6】



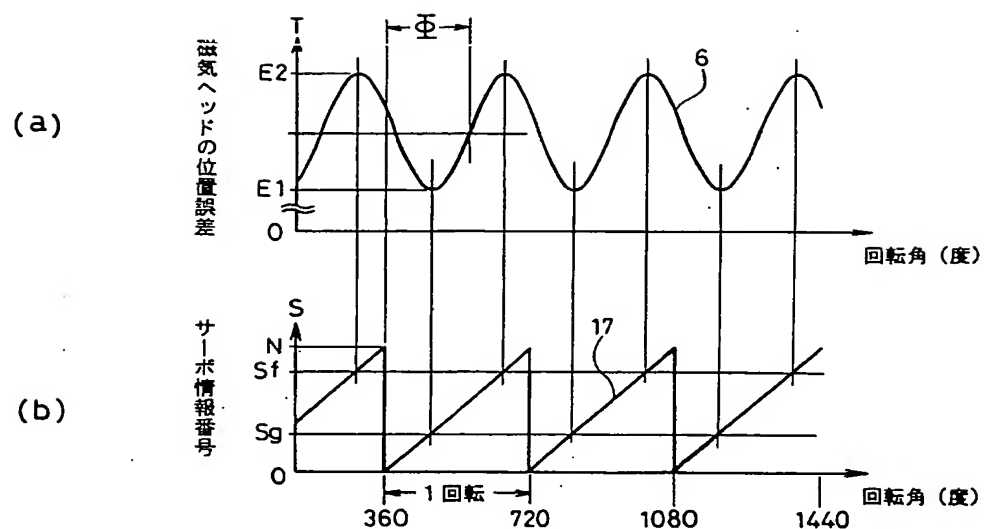
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【図 10】

